

準三次元地下水位解析法の重信川流域への適用

愛媛大学工学部 正会員 鈴木幸一
 愛媛大学工学部 正会員 渡辺政広
 (株) 銭高組 正会員 ○河野和彦

1. まえがき

愛媛県において、四国縦貫自動車道の建設着工が予定されており、その計画路線が重信川流域を通過している。この地域では地下水が豊富でその利用量が多い所であり、この自動車道の建設におけるその工事中、および将来的に発生すると考えられる地下水位への影響が懸念されている。そこで、本研究ではこの地域の地下水位の現況と自動車道建設の影響による挙動をあらかじめシミュレートするために、有限要素法を用いた地下水位の準三次元解析法を取り上げて、その解析法の重信川流域への適用性について検討を行った。

2. 重信川流域の概要

本研究では、図1に示す重信川・内川・表川・宝泉川の各河川に囲まれた部分を解析領域とした。この領域内は、湧泉・取水井戸が集中しており、上水道水源地をはじめとして家庭用・農業用の取水井戸だけでも200近くも分布している。松山市の上水道水源地はこの領域内で16ヶ所もあり、その揚水能力は1ヶ所当り約3000~5000 (m^3/day) にも達する。また、解析領域全体がほぼ東から西に向かって下りの勾配(標高190~20m)をもっている。さらに、地層に関しては透水係数の異なった3層の滞水層(上から河床堆積層・沖積層・旧期段丘堆積層)が連続して重なっており、その下部に基層である岩盤が存在する。

3. 準三次元解析法とその適用について

本研究では、計算方法として有限要素法を用いた準三次元解析法を取り上げた。本解析法は、Chorley¹⁾らによって提案されたものであり、最上部を不圧滞水層とするM層の滞水層(AQUIFER)とその各々の間に難透水層であるM-1層の半滞水層(AQUITARD)が存在するような多層滞水層地下水系における滞水層間土の影響を考慮した解析方法である。つまり、滞水層においては水平方向2次元、

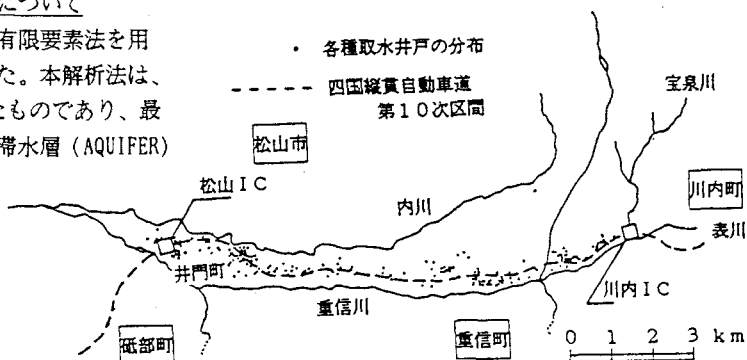


図1 解析領域(重信川流域)概要

半滞水層においては鉛直方向1次元の解析を行い、それらを組み合わせて全体系を解く方法である。しかし、今回の解析対象である重信川流域は、本解析法の滞水層同士の漏水・揚水等の鉛直方向の影響を考慮するうえでの計算上の接続となっている半滞水層が存在しないために、その部分における解析上の改善が必要となった。ただ、現段階では、解析に必要な地層、および透水係数等の諸定数のデータが十分に得られていないため、得られているデータを解析領域全体に近似した半仮想的なモデルとして解析を行った。そして、各層の透水係数については条件を変えて計算し、その結果を比較することで検討を行った。揚水については、取水量の多い上水道水源地のみを対象として19ヶ所からおこなうものとし、計算上の境界条件には地図から読み取った各河川の河床標高を用いた。そして、上記のような解析法を適用するうえでの問題点を考慮して、解析領域の計算方法として以下の2つの計算モデルを作成した。

MODEL1) 連続する3層の滞水層をまとめて1つの滞水層とし、基層の岩盤を透水係数の極小な半滞水層とした計2層の地下水系として計算するモデル

MODEL2) 3層の滞水層の間に厚さを極力薄くし、透水係数を大きくした2層のダミーの半滞水層設けて、計5層の地下水系として計算するモデル

4. 解析結果

計算条件は、MODEL1, MODEL2に対して次の表1のように設定した。図2にCase1と2の計算結果、および昭和62年7月の実測値との比較を示す。

Case 3についてはCase 2との差が小さいため、図上から削除した。

Case 1では水位の降下が大きいため、図上から削除した。

図3はCase 4とCase 6の比較を示した。両者とも、実測値にほぼあっていることがわかる。Case 6～9については、半滞水層の条件の変化による影響を検討するもので、Case 9については半滞水層の要素数を1とすることで、滞水層間の漏水の計算を上下の滞水層のピエゾ水頭の直接の差によって計算するものである。図4にCase 9の計算結果のうち揚水地点の集中する井門町付近の値を示した。Case 6～8についても計算値の相互の差が数センチから数ミリと非常に小さいものであり、図4とほぼ同一の等高線となった。これらの結果から総合して検討してみるとMODEL1とMODEL2は計算の仕方に違いがあるが、両者ともある程度の値が得られるが、計算上の境界条件の影響がかなり大きく結果にあらわれている。これは逆に言えば正確なデータを得ることにより、計算の精度が上がると考えられる。しかし、今後地表の土地の利用状態の変化、つまり自動車道の建設に対する影響について検討していく場合、MODEL1の2次元的な解析では滞水層内の深さ方向についての考慮が十分にできないため、MODEL2の方が適していると思われる。

MODEL 1 k: 透水係数

	AQUIFER:k	AQUITARD:k
Case 1	1E-5 (m/s)	1E-60 (m/s)
Case 2	1E-3	1E-60
Case 3	1E-1	1E-60

MODEL 2 k: 透水係数 L: AQUITARDの厚さ NE: AQUITARDの要素数

	AQUIFER1:k	AQUIFER2:k	AQUIFER3:k	AQUITARD:k	:L	:NE
Case 4	1E-1 (m/s)	1E-1 (m/s)	1E-1 (m/s)	1E-8 (m/s)	4(m)	9
Case 5	1E-3	1E-3	1E-3	1E-8	4	9
Case 6	1E-1	5E-2	1E-2	1E-8	4	9
Case 7	1E-1	5E-2	1E-2	1E-8	1	9
Case 8	1E-1	5E-2	1E-2	1E-8	0.1	9
Case 9	1E-1	5E-2	1E-2	1E-8	0.1	1

表1 設定計算条件

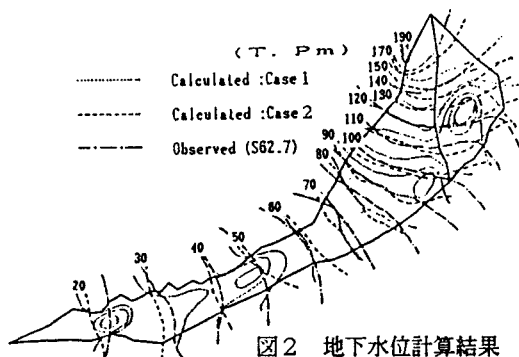


図2 地下水位計算結果

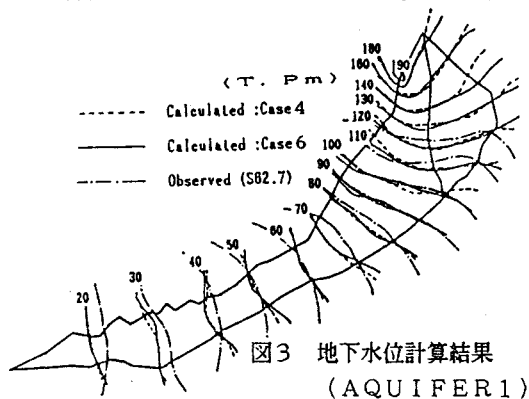


図3 地下水位計算結果

(AQUIFER1)

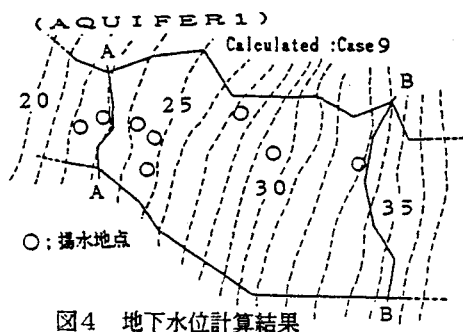


図4 地下水位計算結果

(井門町付近 (T. Pm))

5. あとがき

本研究では、準三次元地下水位解析法により、得られているだけのデータで実際に解析モデルを作成し、重信川流域への適用性と問題点についての検討を行った。正確なデータを得て準三次元解析法を適用することにより重信川流域のかなり良い精度の解析ができるが、滞水層間の漏水の計算方法の改善により、一層精度が良くなるものと思われる。

参考文献

- 1) Chorley, D.W. and Frind, E.O.: An Iterative Quasi-Three-Dimensional Finite Element Model for Heterogeneous Multiaquifer Systems, Water Resources Reserch, Vol.14, No.5, 1978, pp.943-952.